

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

Jc542 U.S. PTO  
09/603431  
06/23/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 6月25日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第180285号

出 願 人

Applicant (s):

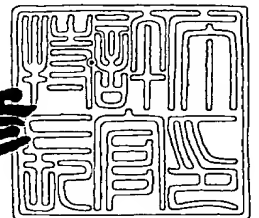
スタンレー電気株式会社

#2/Priority  
Papers  
A. Tyson  
10/30/00

2000年 5月12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3034265

【書類名】 特許願

【整理番号】 STA99-0005

【提出日】 平成11年 6月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01J 61/00

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市青葉区荏田西 1 - 3 - 1   スタンレー電  
                                気株式会社技術研究所内

    【氏名】 武藤 雅昭

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市青葉区荏田西 1 - 3 - 1   スタンレー電  
                                気株式会社技術研究所内

    【氏名】 柴山 茂

【特許出願人】

    【識別番号】 000002303

    【氏名又は名称】 スタンレー電気株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100062225

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 秋元 輝雄

    【電話番号】 03-3475-1501

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 001580

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書   1

    【物件名】 図面   1

    【物件名】 要約書   1

    【包括委任状番号】 9705782

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 メタルハライドランプおよび車両用前照灯

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発光管の内部の放電空間に突出して対向する一对の電極を備え、前記放電空間には水銀を含まず、前記一对の電極の先端間に略円柱状のアークを生成するメタルハライドランプにおいて、前記放電空間には、室温において 7 乃至 2 0 気圧のキセノンからなる始動ガスを兼ねる緩衝ガスと、ハロゲン化ナトリウムおよびハロゲン化スカンジウムまたはこれらの複合ハロゲン化物を含み、さらに融点が 4 0 0 ℃以下の低融点金属ハロゲン化物を含むことを特徴とするメタルハライドランプ。

【請求項 2】 前記発光管の内径は前記電極の先端間において前記アークの直径よりも 0. 6 mm 以上 1. 7 mm 以下の範囲で大きく、前記電極が前記放電空間に突出する長さは 1. 0 mm 以上 1. 7 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 記載のメタルハライドランプ。

【請求項 3】 前記発光管の管軸を略水平に配置し、前記発光管の最冷部は発光管の中央下部に位置し、放電の開始から 4 秒における前記最冷部の温度は 4 0 0 ℃以上であることを特徴とする請求項 2 記載のメタルハライドランプ。

【請求項 4】 前記低融点金属ハロゲン化物を構成する金属のイオン化ポテンシャルは、5. 5 e V 以上 6. 5 e V 以下であることを特徴とする請求項 2 に記載のメタルハライドランプ。

【請求項 5】 前記低融点金属ハロゲン化物は、少なくともハロゲン化インジウムを含むことを特徴とする請求項 2 から請求項 4 のいずれかに記載のメタルハライドランプ。

【請求項 6】 前記低融点金属ハロゲン化物は、少なくともハロゲン化ガリウムを含むことを特徴とする請求項 2 から請求項 4 のいずれかに記載のメタルハライドランプ。

【請求項 7】 前記低融点金属ハロゲン化物は、ハロゲン化錫であることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載のメタルハライドランプ。

【請求項 8】 前記低融点金属ハロゲン化物は、ハロゲン化インジウムおよびハロゲン化ガリウムから選択された少なくとも 1 種とハロゲン化錫であることを特徴とする請求項 2 に記載のメタルハライドランプ。

【請求項 9】 前記ハロゲン化スカンジウムに対する前記ハロゲン化ナトリウムの含有モル比は 1. 0 以上 1. 5 以下であり、前記ハロゲン化スカンジウムに対する前記低融点金属ハロゲン化物の含有モル比は 0. 1 以上 1. 0 以下の範囲であることを特徴とする請求項 2 から請求項 8 のいずれかに記載のメタルハライドランプ。

【請求項 1 0】 前記ハロゲン化スカンジウムに対する前記ハロゲン化ナトリウムの含有モル比は 1. 0 以上 1. 5 以下であり、前記ハロゲン化スカンジウムに対する前記低融点金属ハロゲン化物の含有モル比は 0. 5 以上 3. 0 以下の範囲であることを特徴とする請求項 2 から請求項 8 のいずれかに記載のメタルハライドランプ。

【請求項 1 1】 前記金属ハロゲン化物を構成するハロゲンは沃素であることを特徴とする請求項 2 から請求項 1 0 のいずれかに記載のメタルハライドランプ。

【請求項 1 2】 前記発光管は 5 0 W 以下の交流または直流電力で駆動されることを特徴とする請求項 2 から請求項 1 1 のいずれかに記載のメタルハライドランプ。

【請求項 1 3】 請求項 1 2 に記載のメタルハライドランプを具備したことを特徴とする車両用前照灯。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車等の車両の前照などに用いられるメタルハライドランプ及びこのメタルハライドランプを具備した車両用前照灯に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

メタルハライドランプなどの高圧放電ランプにおいて、水銀は、それ自体の発

光の他に、緩衝ガスとして発光管の温度を高めて発光材料の蒸発を促進したり、発光管電圧を調整する目的で使用されてきた。しかしながら、水銀は環境汚染物質であるため、当該製造業者には水銀を使用しない発光管の開発が強く望まれている。

#### 【0003】

メタルハライドランプでは、発光管内に例えば室温で数気圧のキセノンガスを封入することで、高温のキセノンアークからの熱伝達で発光管壁の金属ハロゲン化物を蒸発させることにより、水銀を全く含まない発光管（以下、水銀フリー発光管と称す）の実現が可能である。しかしながら、一般に、キセノンガスを緩衝ガスに用いた場合には、水銀を用いた場合よりも発光効率が低下するとされている。また、キセノンガスを高い圧力で封入すると、放電開始電圧が上昇するため、駆動電源装置がより高い電圧の始動パルスを発生する必要があり、口金やリード線などについてもより高い耐電圧を有する部材を使用しなければならないなど、コストの上昇が避けられないものとなっていて、実用化を妨げている。

#### 【0004】

一方、自動車の前照灯用のメタルハライドランプは、上記とは別の目的、すなわち、安全上の必須条件として、瞬時始動性を実現するため、キセノンガスを数気圧から十数気圧の範囲の圧力で封入している。この場合、キセノンガスは始動と同時に高温のアークを形成し、管壁に熱を伝達して水銀や金属ハロゲン化物の蒸発を促進することにより、実用的な瞬時点灯性が実現される。この発光管の始動電圧は約 10 kV と非常に高く、さらに瞬時再始動をも可能にするため、電源装置は 20 kV 以上の始動パルスを発生させる。当然ながら口金などの周辺部品にも耐高電圧の対策が取られている。したがって、自動車用のメタルハライドランプにおいては、水銀の代わりに高圧のキセノンガスを緩衝ガスとして用いた場合にコストの上昇をもたらす要因は存在しない。

#### 【0005】

また、本発明者等は、先の出願（特願平 10-336395 号）に記載したように、水銀フリー発光管において発光管の内容積、肉厚およびキセノンガスの圧力を適切に選ぶことにより、水銀を含有する発光管と同等の可視光発光効率を得

られることを確認している。自動車用のメタルハライドランプの発光管における水銀の役割は、比較的小さい可視発光と発光管電圧の調整、および始動から金属ハロゲン化物が有効な光束を発生させるまでの期間の光束の不足を補うことである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

図2は発光管の発光スペクトル分布をあらわす図で、実線と破線はそれぞれ水銀フリー発光管と水銀を含有する発光管の発光スペクトル分布を示す。図2に示すように、金属ハロゲン化物としてヨウ化ナトリウムとヨウ化スカンジウムを含有し、水銀を含有しない発光管では、水銀による404nm及び435nmなどの青色域の発光がなくなる結果、青色の波長成分が不足して色度座標上の白色範囲から逸脱してしまう。

【0007】

また自動車用の光源としては、放電の開始から1秒において定格光束の25%、放電の開始から4秒において定格光束の80%の光束を発生することが要求されているが、水銀発光の欠如により特に4秒における光束の要求を満たすことが困難となっている。

【0008】

本発明は、水銀を含有しない自動車用メタルハライドランプにおいて、主として、前記した色度および始動特性の改善を図り、実用的な水銀フリー発光管を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手投】

本発明は、上記課題を解決するための具体的手段として、第1の発明は、発光管の内部の放電空間に突出して対向する一对の電極を備え、前記放電空間には水銀を含まず、前記一对の電極の先端間に略円柱状のアークを生成するメタルハライドランプにおいて、前記放電空間には、室温において7乃至20気圧のキセノンからなる始動ガスを兼ねる緩衝ガスと、ハロゲン化ナトリウムおよびハロゲン化スカンジウムまたはこれらの複合ハロゲン化物を含み、さらに融点が400℃

以下の低融点金属ハロゲン化物を含むことを特徴とするメタルハライドランプを提供するものである。これにより、環境汚染物質である水銀を全く使用せずに、従来のメタルハライドランプと同等の発光特性を実現することができる。

## 【0010】

第2の発明は、前記発光管の内径は前記電極の先端間において前記アークの直径よりも0.6mm以上1.7mm以下の範囲で大きく、前記電極が前記放電空間に突出する長さは1.0mm以上1.7mm以下であることを特徴とするメタルハライドランプを提供するものである。これにより、低融点金属ハロゲン化物の蒸発を促進して発光管の始動特性が改善される。

## 【0011】

第3の発明は、前記発光管の管軸を略水平に配置し、前記発光管の最冷部は発光管の中央下部に位置し、放電の開始から4秒における前記最冷部の温度は400℃以上であることを特徴とするメタルハライドランプを提供するものである。これにより、放電の開始から4秒において、定格光束の80%を発生させることができる。

## 【0012】

第4の発明は、前記低融点金属ハロゲン化物を構成する金属のイオン化ポテンシャルは、5.5eV以上6.5eV以下であることを特徴とするメタルハライドランプを提供するものである。これにより、発光管の安定動作時における低融点金属ハロゲン化物を構成する金属による発光を制御して、良好な白色発光が実現される。

## 【0013】

第5の発明は、前記低融点金属ハロゲン化物は、少なくともハロゲン化インジウムを含むことを特徴とするメタルハライドランプを提供するものである。これにより、発光管の光束の立上り時間を短縮するとともに、発光管の安定動作時において、青色域の波長の光の発生を増強し、良好な白色発光を実現するものである。

## 【0014】

第6の発明は、前記低融点金属ハロゲン化物は、少なくともハロゲン化ガリウ



ムを含むことを特徴とするメタルハライドランプを提供するものである。これにより、発光管の光束の立上り時間を短縮するとともに、発光管の安定動作時において、青色域の波長の光の発生を増強し、良好な白色発光を実現するものである。

【0015】

第7の発明は、前記低融点金属ハロゲン化物は、ハロゲン化錫であることを特徴とするメタルハライドランプを提供するものである。これにより、光束の立上り時間を短縮するとともに、始動期間においても良好な白色発光を得ることができる。

【0016】

第8の発明は、前記低融点金属ハロゲン化物は、ハロゲン化インジウムおよびハロゲン化ガリウムから選択された少なくとも1種とハロゲン化錫であることを特徴とするメタルハライドランプを提供するものである。これにより、光束の立上り時間を短縮するとともに、始動期間と安定時の両方において良好な白色発光を得ることができる。

【0017】

第9の発明は、前記ハロゲン化スカンジウムに対する前記ハロゲン化ナトリウムの含有モル比は1.0以上1.5以下であり、前記ハロゲン化スカンジウムに対する前記低融点金属ハロゲン化物の含有モル比は0.1以上1.0以下の範囲であることを特徴とするメタルハライドランプを提供するものである。これにより、ナトリウム、スカンジウムおよび低融点金属ハロゲン化物を構成する金属による発光のバランスをとり、良好な白色発光を得ることができる。

【0018】

第10の発明は、前記ハロゲン化スカンジウムに対する前記ハロゲン化ナトリウムの含有モル比は1.0以上1.5以下であり、前記ハロゲン化スカンジウムに対する前記低融点金属ハロゲン化物の含有モル比は0.5以上3.0以下の範囲であることを特徴とするメタルハライドランプを提供するものである。これにより、低融点金属ハロゲン化物の添加による可視光発光効率の低下を最小限に抑えながら、低融点金属ハロゲン化物を構成する金属の発光による発光色の改善効果

を得ることができる。

【 0 0 1 9 】

第 1 1 の発明は、前記金属ハロゲン化物を構成するハロゲンは沃素であることを特徴とするメタルハライドランプを提供するものである。これにより、ハロゲンによる電極の浸食を最小限に抑え、長寿命で光束維持特性の良好な発光管が実現できる。

【 0 0 2 0 】

第 1 2 の発明は、前記発光管は 5 0 W 以下の交流または直流電力で駆動されることを特徴とするメタルハライドランプを提供するものである。これにより、自動車などの前照灯に好適な光量を有するメタルハライドランプを提供することができる。

【 0 0 2 1 】

第 1 3 の発明は、前記発光管は 5 0 W 以下の交流または直流電力で駆動されるメタルハライドランプを具備したことを特徴とする車両用前照灯を提供するものである。これにより、水銀を用いずに良好な発光特性を有する自動車前照灯を提供することができる。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

図 1 に本発明のメタルハライドランプ 1 0 の一つの実施形態を示す。発光管 1 は石英ガラス管で成形され、内部に放電空間 2 を有し、放電空間 2 に一端を突出するように埋設されたタングステンなどの高融点金属からなる一対の電極 3 を備え、電極 3 の放電空間 2 と反対の端にはモリブデンなどからなる金属箔 4 を溶接などの手投で接続し、さらに、金属箔 4 の放電空間 2 と反対側の端にはモリブデンなどからなるリードワイヤ 5 を溶接などの手段で接続し、放電空間 2 内への突出部分を除く電極 3 からリードワイヤ 5 のある部分までをピンチシールなどの手法で石英ガラス内に埋め込むことにより、金属箔 4 の周囲で気密封止が成されるとともに電極 3 への電気伝導を成している。

【 0 0 2 3 】

リードワイヤ 5 は図示しない口金および駆動電源に接続され給電を行う。一対

の電極 3 は同一の寸法および材料からなり、前記駆動電源は交流電流を発光管に供給する。放電空間 2 の内部には、室温において 7 乃至 15 気圧のキセノンからなる始動ガスを兼ねる緩衝ガスを含む。

【0024】

放電の開始とともにキセノンガスによる高温のアーキが形成され、キセノンの発光によって定格光束の 25% を超える光末を発生する。自動車用 35 W の発光管の場合、規格で求められる定格光束は 3200 ルーメン (1 m) であり、その 25% は 800 ルーメン (1 m) である。

【0025】

放電の開始直後に発生する光束は、キセノンガスの封入圧力に依存し、封入圧力が室温で 7 気圧未満の場合には、前記した定格光束の 25% に到達することができない。また、キセノンガスの室温における封入圧力が 20 気圧よりも大きくなると、発光管の動作中における圧力が 120 気圧を超えるため、約 240 気圧の耐圧限界に対して十分な安全率を確保できなくなる。

【0026】

また、本発明のメタルハライドランプ 10 は、金属ハロゲン化物としてハロゲン化ナトリウムおよびハロゲン化スカンジウムまたはこれらの複合ハロゲン化物と、融点が 400℃ 以下の低融点金属ハロゲン化物を含む。ナトリウムとスカンジウムのハロゲン化物の組み合わせは、可視光波長のほぼ全域にスペクトルを発生させるため、高効率の白色発光を得る目的に好適である。

【0027】

低融点金属ハロゲン化物は、放電の開始からナトリウムおよびスカンジウムの有効な光束が発生するまでの期間に蒸発して高温のアーキプラズマ内で熱分解し金属が励起されて発光し、始動期間の光束の不足を補う。金属による発光は、発光管の最冷部の温度が上昇して金属ハロゲン化物の融点付近に到達した時点から急速に強まる。本発明による高圧放電ランプは、融点が 400℃ 以下の低融点金属ハロゲン化物を含んでいるため、遅くとも発光管 1 の最冷部の温度が 400℃ 以下に到達した段階から、前記低融点金属ハロゲン化物として封入した金属の発光が強まる。

## 【0028】

また、本発明者等は、発光管1内に前記した低融点金属ハロゲン化物を添加した場合に、発光管1の管壁温度の上昇が著しく促進されることを偶然に発見した。この理由は、前記ハロゲン化金属が高温のアーキ内で熱分解し、比較的低温の管壁近傍で再結合する際に余剰なエネルギーを熱として放散することと、アーキ内の金属原子密度の増加により電子の弾性衝突損失が増加し、アーキの電圧降下が増加した結果、一定の電流のもとでは発光管の入力電力が増加したことによるものと思われる。

## 【0029】

また、本発明によるメタルハライドランプ10は、発光管1の内径が対向する電極3の先端間の領域においてアーキの直径よりも0.6mm以上1.7mm以下の範囲で大きく、電極3が放電空間2に突出する長さを1.0mm以上1.7mm以下としている。

## 【0030】

自動車用メタルハライドランプの発光管では、アーキの直径は最大輝度の20%までの範囲を指し、前記アーキの直径は1.1mmとなるように規定されている。アーキの直径を1.1mmとした場合、電極3先端間の領域における発光管の内径が1.7mmより小さいと、アーキ周辺部における約2500℃の高温域から石英ガラス管壁の耐熱温度の約1000℃まで低下させるための熱拡散領域が確保されなくなり、アーキは管壁によって冷却されるため電離度が低下して不安定となり立ち消えを生じやすくなるとともに、石英ガラス管壁は過度の加熱を受け、金属ハロゲン化物と石英ガラス管壁との化学反応が活発になるとともに、シリカの蒸発による失透や発光管自体の溶融変形が起こるようになる。

## 【0031】

また、発光管1の内径が2.8mmより大きくなると、アーキに作用する重力の反作用の結果としてアーキの上方への変位が大きくなり、発光管1の下部にある最冷部の温度が低下するため、低融点の金属ハロゲン化物を用いても、迅速な蒸気圧の上昇は望めなくなる。

## 【0032】

アークの直径は、キセノンガスの圧力、ハロゲン分圧および発光管 1 の入力電力などにより制御可能であり、アークの適正な直径が上記以外の場合においても、対向する電極 3 の先端間の領域において発光管の内径がアークの直径に対して 0.6 mm 以上 1.7 mm 以下の範囲で大きくすることにより、上記と同様の効果を得ることができる。

## 【0033】

さらに、電極 3 の放電空間 2 内へ突出する長さが 1.0 mm より小さいと電極 3 から放出された電子が管壁方向に拡散して消失する割合が大きくなって放電が不安定となる。また、電極 3 の突出長が 1.7 mm よりも大きいと、電極 3 の石英ガラス管壁への埋設部付近の温度低下により、この部分に金属ハロゲン化物が堆積するようになって、やはり金属ハロゲン化物の迅速な蒸発が起こらなくなる。

## 【0034】

本発明のメタルハライドランプ 10 では、キセノンガスと金属ハロゲン化物の組み合わせおよび発光管 1 内径と電極 3 の放電空間 2 内への突出長を適正化することにより、放電開始から 4 秒における発光管最冷部の温度を 400℃ 以上とし、定格光束の 80% を超える光束を発生させることに成功した。

## 【0035】

更に、前記低融点金属ハロゲン化物を構成する金属のイオン化ポテンシャルを 5.5 eV 乃至 6.5 eV の範囲の材料から選択することにより、発光管の温度が高まってナトリウムとスカンジウムの発光が開始されてからは、その高効率発光を妨げないために、前記低融点金属ハロゲン化物を構成する金属による発光を適度に減衰させることができる。これは、イオン化ポテンシャルが異なる複数の気体原子または分子が存在する場合には、イオン化ポテンシャルの小さい原子または分子が、イオン化および再結合、または励起および再結合の過程を活発に行い、アークプラズマの熱エネルギーを光に変換して外部に放出するため、イオン化ポテンシャルの高い原子または分子は、相対的に発光しにくくなる現象を利用したものである。

## 【0036】

発光管 1 の安定動作時においてもある程度の発光を得るためには、低融点金属ハロゲン化物を構成する金属のイオン化ポテンシャルとしてはナトリウム (5.14 eV) とスカンジウム (6.54 eV) の間で、より好ましくは 5.5 ~ 6.5 eV にあるものが適切であり、インジウム (5.79 eV) とガリウム (6.00 eV) はいずれもこの条件に適合する。

## 【0037】

金属ハロゲン化物を構成するハロゲンとしては、塩素、臭素および沃素から選択して使用することができるが、電極を形成するタングステンなどの金属材料に対する浸食の少ない沃素が最も好適である。低融点金属ハロゲン化物を構成する金属としては、インジウムまたはガリウムが特に好適である。インジウムは 410 nm と 451 nm に、またガリウムは 403 nm と 417 nm にそれぞれ発光波長を有しており、青色域の発光を強め発光特性を改善することができる。

## 【0038】

またこれらの沃化物の融点は、沃化インジウムが 359℃、沃化ガリウムが 214℃であり、始動期間において蒸発して初期光束を高めるために好適である。しかしながら、沃化インジウムまたは沃化ガリウムは添加量を大きくしていくと、イオン化ポテンシャルの比較的大きいスカンジウムの発光を妨げる傾向があり、その添加量は制限される。

## 【0039】

沃化錫は融点が 320℃であり、可視光全域に連続スペクトルを発生させるため、発光管 1 の始動期間においても良好な白色発光を得ることができる。ただし、沃化錫は赤外域に広がる分子発光スペクトルを発生するため、添加量が多いと可視光発光効率が低下してしまうので添加量は制限される。

## 【0040】

本発明のメタルハライドランプの含有する金属ハロゲン化物の構成は、ハロゲン化スカンジウムに対するハロゲン化ナトリウムの含有モル比は 1.0 以上 15 以下であり、ハロゲン化スカンジウムに対する低融点金属ハロゲン化物の含有モ

ル比は0.1以上1.0以下、より好ましくは、ハロゲン化スカンジウムに対する低融点金属ハロゲン化物の含有モル比は0.5以上3.0以下の範囲とする。

【0041】

ハロゲンが例えば沃素の場合、沃化ナトリウムと沃化スカンジウムは複合ハロゲン化物 ( $\text{NaScI}_4$ ) を形成し、著しく蒸気圧が高まることが知られている。このため、発光管1の動作中に発生するナトリウムやスカンジウムを含有する蒸気のほとんどが前記した複合ハロゲン化物として発生する。したがって、少量種であるハロゲン化スカンジウムの含有量が特に重要であり、ハロゲン化ナトリウムの含有量はある範囲で許容される。

【0042】

ハロゲン化スカンジウムに対するハロゲン化ナトリウムのモル比が1より小さいと、アーク中のナトリウム分圧が低下して発光色が青味を帯びる。逆に、前記モル比が1.5より大きいと、発光管1の動作中に未蒸発で管壁に残るハロゲン化ナトリウムの量が多くなり、それによる遮光や光の散乱のために光源配光の不均一性や発光効率の低下をもたらす。

【0043】

また、ハロゲン化スカンジウムに対する低融点金属ハロゲン化物のモル比が0.5より小さいと、始動特性や発光色に十分な改善が得られなくなり、前記モル比が3.0より大きいと低融点金属ハロゲン化物を構成する金属による発光が優勢となって、発光色が好ましい範囲から逸脱したり、可視光発光効率の低下が無視できない大きさとなる。

【0044】

本発明のメタルハライドランプ10は、自動車の前照灯用の光源として用いられる場合には、50W以下の交流または直流電力での駆動が好適である。本発明によれば、水銀を含有していないため、発光管1を直流駆動した場合に陽極と陰極の近傍での発光色が異なる色分離の問題が生じ難いという利点を有する。

【0045】

上記以外にも、本発明のメタルハライドランプは、いくつかの優れた点を有する。

## 【0046】

第一に、低融点金属ハロゲン化物として沃化インジウム ( $\text{InI}$ ) または沃化錫 ( $\text{SnI}_2$ ) を用いた場合に遊離ハロゲンの捕獲効果が生じることである。ハロゲン化スカンジウムは可視波長に多数の線スペクトルを発生するため、可視光の発光材料として優れるが、発光管 1 を形成する石英ガラスとの反応によりスカンジウム珪酸塩と遊離ハロゲンを生じる。発光管 1 が水銀を含有する場合には、遊離ハロゲンは水銀と反応してハロゲン化水銀を生成するが、水銀フリー発光管では、ハロゲンのまま存在することになる。ハロゲンは、電子の付着性が強いいため、過剰に存在すると始動電圧の上昇や放電の不安定性をもたらす。沃化インジウム ( $\text{InI}$ ) および沃化錫 ( $\text{SnI}_2$ ) は、遊離沃素と反応して、より酸化数の大きい  $\text{InI}_2 \sim 3$  や  $\text{SnI}_3 \sim 4$  の分子を形成することにより、遊離沃素を消失させることができる。それにより、前記した始動性や安定性の問題が解決される。

## 【0047】

第二に、発光管の封止部の耐久性が改善されることである。図 1 に示すように、タングステンなどからなる棒状の電極 3 は、金属箔 4 と接合した側のある範囲を石英ガラス内に埋め込まれるが、タングステンなどの金属と石英ガラスとの熱膨張の差により、タングステンなどの金属と石英ガラスは完全には密着せず、わずかな隙間を生じる。この隙間部分は発光管 1 内の放電空間 2 よりも低温であるため、発光材料が侵入して凝固する。従来の水銀を含むメタルハライドランプの場合、発光管 1 の消灯時にこの隙間に水銀が侵入し、点灯時には急激な温度上昇によって気化し隙間部分に極大の圧力を発生する。点灯および消灯を繰り返すと、前記した隙間部分に繰り返し発生する極大の圧力によって石英ガラス部分にクラックを発生し、ついには発光管にリークを生じ点灯不能となることがある。

## 【0048】

水銀を含有せず沃化ナトリウムおよび沃化スカンジウムを含有する発光管 1 の場合には、比較的融点の低いナトリウムとスカンジウムの複合沃化物が前記隙間部分に侵入する。この複合ハロゲン化物は、水銀と比較すると遥かに蒸気圧が小さいため、発光管 1 の点灯時にも固体または液状で隙間内にとどまるため、極大



の圧力を発生することはなく、したがって、石英ガラス部分のクラックの発生が防がれ、封止部の耐久性が改善される。

【0049】

しかし、前述したように、このタイプの発光管 1 では複合沃化物の量が発光特性に重大な影響を及ぼすため、前記した隙間に複合ハロゲン化物が侵入するのは好ましくない。

【0050】

本発明では、ナトリウムおよびスカンジウムのハロゲン化物に加えて低融点の金属ハロゲン化物を添加しているため、先に低融点金属ハロゲン化物が前記隙間に侵入し、複合沃化物の隙間への侵入が抑制される。沃化インジウムや沃化錫はナトリウムとスカンジウムの複合ハロゲン化物よりも蒸気圧が高いものの、水銀のように極大の圧力を発生させることはない。したがって、本発明のメタルハライドランプは、封止部の耐久性を改善することができる。

【0051】

第三に、発光管の光束維持性が改善される。ナトリウムとスカンジウムのハロゲン化物を含有する発光管 1 においては点灯開始から 100 時間程度に期間に比較的大きな光束の低下が起こる。その原因は、主として、上記したハロゲン化スカンジウムと石英ガラスの反応によるスカンジウム珪酸塩の生成により発光に寄与するスカンジウムが減少すること、および同時に生成する遊離ハロゲンが自由電子を付着させることによりアーク辺縁部の発光が抑制されること、並びに電極埋設部の前記隙間への複合ハロゲン化物の侵入により発光に寄与する複合ハロゲン化物の減少などであるが、本発明によれば、遊離ハロゲンの生成や電極埋設部の隙間への複合ハロゲン化物の侵入が抑制されるため、光束維持特性が著しく改善される。

【0052】

第四に、本発明によるメタルハライドランプでは、低融点の金属ハロゲン化物を添加することにより発光管電圧が上昇する。その理由は、上記したように、アーク内の金属原子密度の増加により電子の弾性衝突損失が増加し、アークの電圧降下が増加することによるものと考えられる。発光管電圧の上昇により、発光管

電流を小さくすることができ、電極の劣化が抑制されるため、光束維持特性が改善される。また、駆動電源の発熱などによる損失が抑制されるため、電源装置の小型化や低コスト化に有利である。

## 【 0 0 5 3 】

## 【実施例】

図 1 と同様の発光管の形態で、内部に、室温において 1 0 気圧のキセノンガスと、沃化ナトリウム、沃化スカンジウムおよび沃化インジウムを封入して発光管を製作した。沃化スカンジウムに対する沃化ナトリウムのモル比は 8. 5、沃化スカンジウムに対する沃化インジウムのモル比は 2. 0 で、内容積が  $23\mu\text{l}$  の発光管内に合計 0. 5 mg の金属ハロゲン化物を含有する。対向する一对の電極間の領域における発光管の内径は最少が 2. 1 mm で最大が 2. 3 mm であり、直径が 1. 1 mm のアークに対して 1. 0 ~ 1. 2 mm の範囲で大きくなっている。電極の先端が放電空間に突出する距離は 1. 6 mm で、電極先端間の距離は 3. 8 mm である。

## 【 0 0 5 4 】

図 3 には、この実施例の発光管の発光スペクトル分布を示す。短波長側にはインジウムの連続スペクトルが現れ、長波長側のナトリウムの連続スペクトルとスカンジウムの多線スペクトルが組み合わされており、白色光源としては理想的な発光スペクトル分布が得られている。発光管の入力電力が 3 5 W のとき、全光束は 2 9 5 0 ルーメン、可視光発光効率 は 約 8 4 ルーメン/ワット、平均演色評価数  $R_a$  は 7 4、C I E 色度座標値は  $x = 0. 3 5 2$ 、 $y = 0. 3 3 8$ 、相関色温度は 4 6 5 0 K であった。

## 【 0 0 5 5 】

図 4 には、発光管の始動時における光束の立上り特性を示す。図 4 に示した二つの特性曲線の内、A は本発明の実施例の発光管の光束立上り特性を、B は低融点金属ハロゲン化物を含まないこと以外は上記実施例と同一の構成の発光管の光束立上り特性を示す。図 4 より、低融点金属ハロゲン化物の添加により、始動後 3 秒から 1 5 秒に至る期間の光束が増加しており、実用に供するに十分な光束の立上り特性を備えていることがわかる。

## 【0056】

なお、発光管Aの安定時における発光管の電圧は44.1V、電流は0.79Aであり、発光管Bの電圧は27.3V、電流は1.28Aであり、ともに始動期間には最大2.6Aの電流を通流させることにより、光束の立上りを促進している。

## 【0057】

図5は、図4と同一のサンプルについて、発光管下部の最冷部温度の立上りを測定したものである。低融点金属ハロゲン化物を添加した発光管Aは、低融点金属ハロゲン化物を含まない発光管Bよりも、管壁温度の上昇が著しく速い。図4と比較することにより、発光管Aの場合、融点が400℃以下の低融点金属ハロゲン化物を添加しているので、管壁の温度が400℃を超える4秒以降十分な光束が発生するのに対し、発光管Bでは、管壁温度がナトリウムとスカンジウムの複合沃化物が溶融する600℃以上になる14秒前後からようやく十分な光束が立上ることがわかる。すなわち、低融点金属ハロゲン化物の添加は、比較的低い管壁温度で光束が発生することと、管壁温度の上昇を促進するという二つの作用があり、これらの作用が相乗して光束の素早い立上りを実現しているのである。

## 【0058】

図6は、電極の先端が放電空間内に突出する距離が異なる以外は上記実施例と同一構成の発光管について、電極の突出長と放電開始から4秒における光束の関係を示したグラフである。電極の放電空間内への突出距離を1.7mm以下とすることにより、光束の立上りを改善することができる。

## 【0059】

以上、発光管にハロゲン化インジウムを添加した実施例について詳しく述べたが、ハロゲン化ガリウムやハロゲン化錫を添加した場合も同様の効果が得られる。

## 【0060】

また、本発明のメタルハライドランプは、電極の設計を変更することにより、直流電流で駆動することも可能である。

【0061】

図7は、本発明のメタルハライドランプ10を自動車等車両の前照灯11用の光源として用いた場合の前照灯11の縦断側面図である。前照灯11は、水平軸Z上に配置したメタルハライドランプ10の光が反射面12にて反射して前方のアウトターレンズ13を通して自動車の前方を照射する。14は、ほぼ垂直位置において反射面12からの光を下方へ屈折及び左右へ拡散するインナーレンズで、ほぼ垂直位置で自動車の前方近傍を照射するすれ違い配光状態となり、上方に回動したほぼ水平状態で前方遠方を照射する走行配光状態となる。

【0062】

【発明の効果】

本発明のメタルハライドランプは、環境汚染物質である水銀を全く使用せずに、従来のメタルハライドランプと同等の発光特性を実現することができる。特に、水銀を使用しないことにより生じる、始動期間の光束の不足及び発光色の問題を解決できるものである。

【0063】

また、本発明のメタルハライドランプは、低融点金属ハロゲン化物の添加により、始動性、放電安定性、光束維持特性、発光管封止部の耐久性及び発光管の電気的特性などが著しく改善される等さまざまな利点を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のメタルハライドランプの実施形態を示す縦断側面図である。

【図2】 水銀フリー発光管と水銀を含有する発光管の発光スペクトル分布図である。

【図3】 本発明のメタルハライドランプの実施形態である発光管の発光スペクトル分布図である。

【図4】 本発明のメタルハライドランプの実施形態である発光管の始動時における光束の立上り特性を示す図である。

【図5】 本発明のメタルハライドランプの実施形態である発光管の下部の最冷部温度の立上りを示す図である。

【図 6】 本発明のメタルハライドランプの実施形態である発光管の電極の突出長と放電開始から 4 秒における光束関係図である。

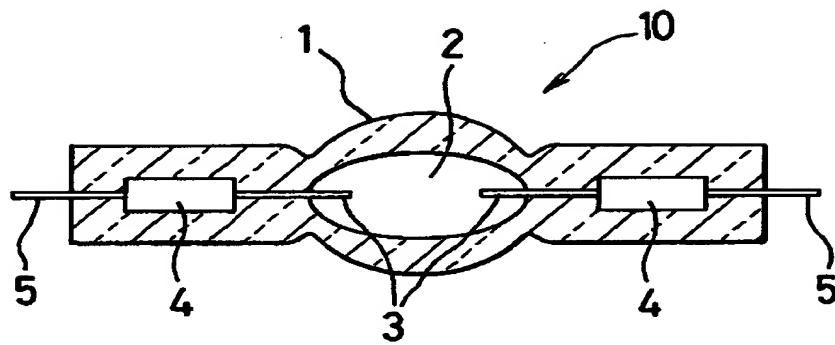
【図 7】 本発明のメタルハライドランプを具備した車両用前照灯の縦断側面図である。

【符号の説明】

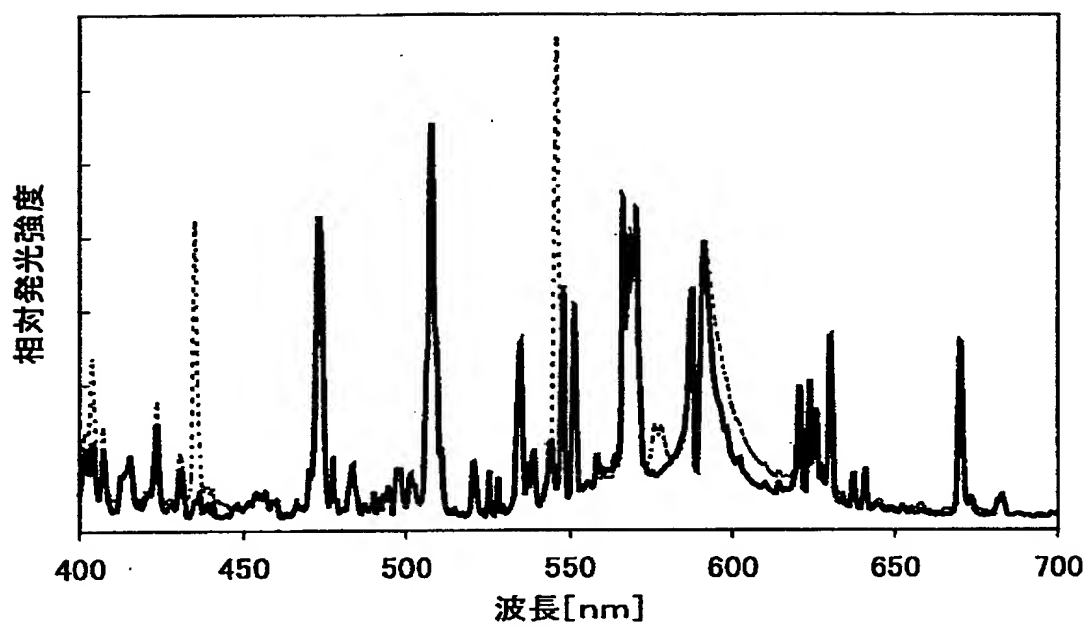
- 1 …… 発光管
- 2 …… 放電空間
- 4 …… 金属箔
- 5 …… リードワイヤ
- 1 0 …メタルハライドランプ
- 1 1 …車両用前照灯

【書類名】 図面

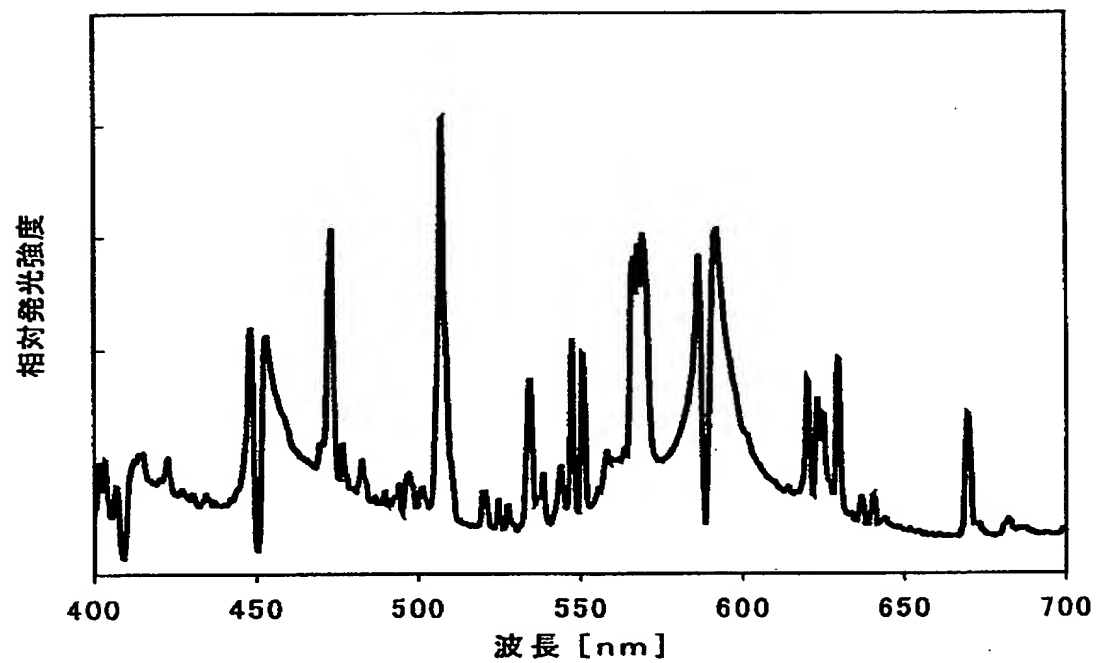
【図 1】



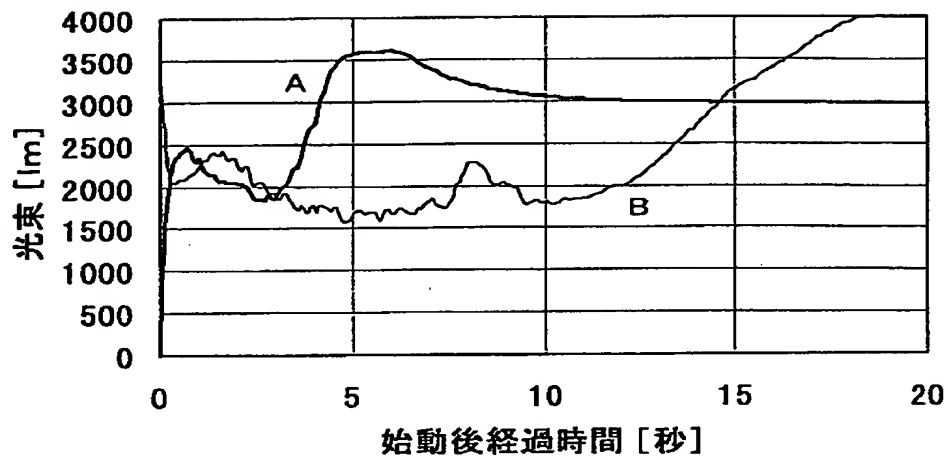
【図 2】



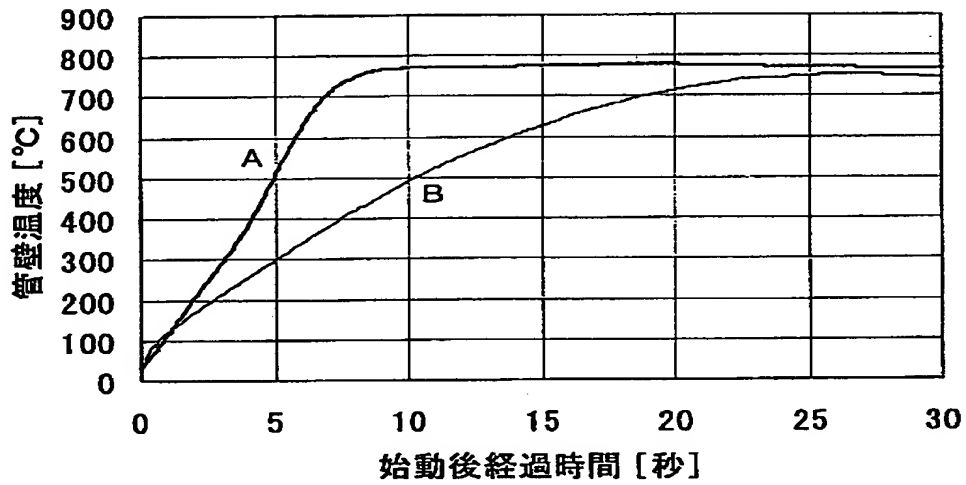
【図 3】



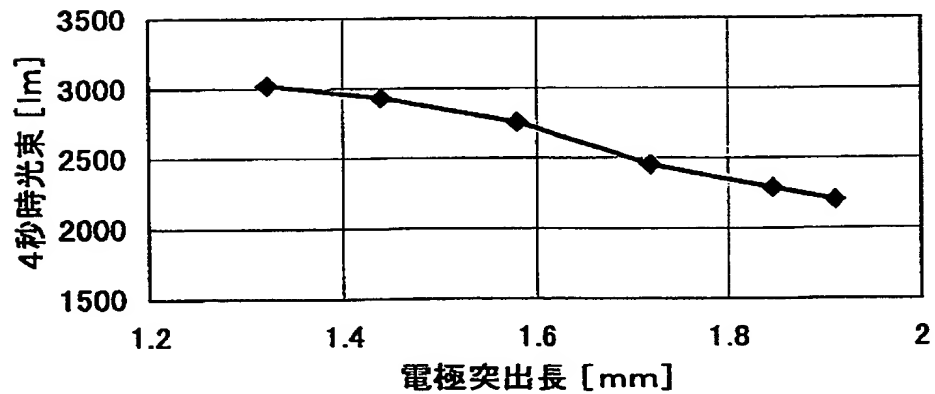
【図 4】



【図 5】

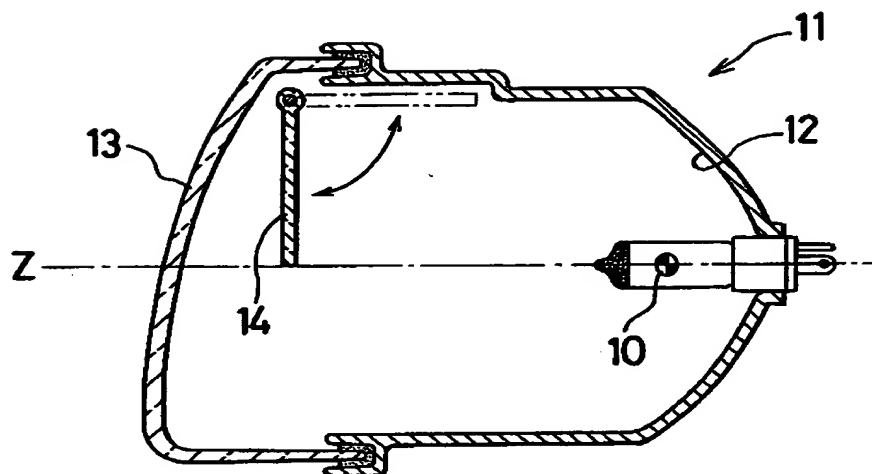


【図 6】





【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】従来のメタルハライドランプなどの高圧放電ランプにおいて、水銀は、それ自体の発光の他に、緩衝ガスとして発光管の温度を高めて発光材料の蒸発を促進したり、発光管電圧を調整する目的で使用されてきた。しかしながら、水銀は環境汚染物質であるため、当該製造業者には水銀を使用しない発光管の開発が強く望まれている。

【解決手段】本発明は、主として、前記した色度および始動特性の改善を図り、実用的な水銀を含有しない発光管と、この発光管を有するメタルハライドランプを具備した車両用前照灯を提供することを目的とし、低融点金属ハロゲン化物の蒸発を促進して発光管の始動特性の改善を図るものである。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002303]

1. 変更年月日 1990年 8月 8日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号

氏 名 スタンレー電気株式会社

[DOCUMENT NAME] Specification

[TITLE OF THE INVENTION] METAL HALIDE LAMP AND VEHICLE  
HEADLAMP

[SCOPE OF CLAIMES]

5 [CLAIM 1] A metal halide lamp comprising a pair of opposite electrodes which project into a discharge space inside an arc tube, said discharge space including no mercury, the metal halide lamp generating an approximately cylindrical-shaped arc between ends of said pair of electrodes, characterized in that said discharge space contains a buffer gas serving as a starter gas which includes xenon at pressure of 7 to 20 atms at room  
10 temperature, a sodium halide and a scandium halide or a halide compound of said sodium halide and said scandium halide, and a low melting point metal halide with a melting point equal to or less than 400°C.

[CLAIM 2] The metal halide lamp according to claim 1, characterized in that an internal diameter of said arc tube between said ends of the electrodes is larger than a diameter of  
15 said arc within a range from 0.6 mm to 1.7 mm, and a protrusion length of said electrodes into said discharge space is between 1.0 mm and 1.7 mm.

[CLAIM 3] The metal halide lamp according to claim 2, characterized in that a tube axis of said arc tube is disposed in an approximately horizontal manner, and a coldest part of said arc tube is positioned in the middle of a lower portion of said arc tube, and a  
20 temperature of said coldest part is equal to or more than 400°C in four seconds after a start of discharge.

[CLAIM 4] The metal halide lamp according to claim 2, characterized in that the ionizing potential of metals composing said low melting point metal halide is from

5.5eV to 6.5eV.

[CLAIM 5] The metal halide lamp according to any one of claims 2 to 4, characterized in that said low melting point metal halide includes at least an indium halide.

[CLAIM 6] The metal halide lamp according to any one of claims 2 to 4, characterized  
5 in that said low melting point metal halide contains at least a gallium halide.

[CLAIM 7] The metal halide lamp according to claim 2 or 3, characterized in that said low melting point metal halide is a tin halide.

[CLAIM 8] The metal halide lamp according to claim 2, characterized in that said low melting point metal halide includes at least one of an indium halide and a gallium halide,  
10 and a tin halide.

[CLAIM 9] The metal halide lamp according to any one of claims 2 to 8, characterized in that a mole content ratio of said sodium halide to said scandium halide is from 1.0 to 15, and a mole content ratio of said low melting point metal halide to said scandium halide is within a range from 0.1 to 10.

15 [CLAIM 10] The metal halide lamp according to any one of claims 2 to 8, characterized in that a mole content ratio of said sodium halide to said scandium halide is from 1.0 to 15, and a mole content ratio of said low melting point metal halide to said scandium halide is within a range from 0.5 to 3.0.

[CLAIM 11] The metal halide lamp according to any one of claims 2 to 10,  
20 characterized in that a halogen composing said metal halide is iodine.

[CLAIM 12] The metal halide lamp according to any one of claims 2 to 11, characterized in that said arc tube is driven by alternating or direct current power equal to or less than 50W.

[CLAIM 13] A vehicle headlamp characterized by being equipped with said metal halide lamp according to claim 12.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

5 [FIELD OF THE INVENTION] The present invention relates to a metal halide lamp which is used as a headlamp of a vehicle like an automobile, and relates to a vehicle headlamp equipped with the metal halide lamp.

[0002]

[PRIOR ART] In a high pressure discharge lamp such as a metal halide lamp, mercury  
10 is used for purposes of promoting vaporization of luminescent materials by increasing temperature of an arc tube as a buffer gas and of controlling arc tube voltage, in addition to a purpose of emitting light from itself. However, since mercury is an environmental pollutant, a manufacturer skilled in the art is desired to develop an arc tube without employing any mercury.

15 [0003] In the metal halide lamp, it is possible to realize an arc tube without containing any mercury (which is hereinafter referred to as a mercury-free arc tube) because, for example, in a case where a xenon gas in an amount of a few atms at room temperature is sealed into the arc tube, heat conduction from a xenon arc with high temperature vaporizes metal halides on an arc tube wall. However generally, emission efficiency in  
20 a case where the xenon gas is used as a buffer gas is decreased than that in a case of mercury. Also, because sealing of the xenon gas at the high charging pressure causes increase in voltage for starting discharge, a driving power supply needs to generate a start-up pulse with higher voltage. It is necessary to use parts such as a base and lead

wires with higher withstand voltage, so that inescapable increase in cost prevents the mercury-free arc tube from practical application.

[0004] On the other hand, the xenon gas is sealed to have a pressure range from a few to over ten atms in the metal halide lamp used for a vehicle headlamp, in order to realize a different purpose from above, that is, an instantaneous start-up as an essential condition for safety. In this case, since the xenon gas forms an arc with high temperature simultaneously with the start-up and promotes vaporization of mercury and the metal halide by conducting heat to the arc tube wall, practically instantaneous light-up is actualized. To make instantaneous restart possible, in addition to extremely high start-up voltage of this arc tube which is approximately 10kV, the power supply generates the start-up pulse of 20kV or higher. Peripheral parts like a base of course take measures to withstand the high voltage. Therefore, with regard to the metal halide lamp for a vehicle, there is no factor that causes increase in cost even in a case where the xenon gas with the high pressure is used as the buffer gas instead of mercury.

[0005] The inventors has already verified, as described in a previous application (Japanese Patent Application No. Hei. 10-336395), that the mercury-free arc tube can obtain equal emission efficiency to the arc tube containing mercury by means of properly choosing inner volume and wall thickness of the arc tube and pressure of the xenon gas sealed. A role of mercury in the arc tube for the vehicle use metal halide lamp is to control relatively small visible light emission and arc tube voltage, and to make up for shortage of luminous flux during a period from a start-up till the metal halide generates effective luminous flux.

[0006]

[PROBLEMS TO BE SOLVED BY THE INVENTION] FIG. 2 is a graph showing emission spectrum distribution of arc tubes, and a solid line and a broken line show the emission spectrum distributions of a mercury-free arc tube and an arc tube with mercury, respectively. The arc tube, that contains sodium iodide and scandium iodide as metal  
5 halides and does not contain mercury, does not emit light in a blue-light band such as 404nm and 435nm by mercury, so that shortage of a blue light wavelength component causes light to deviate from a white light range on chromaticity coordinates.

[0007] A light source for a vehicle is required to generate 25% of rated luminous flux within one second after a start of discharge, and 80% of the rated luminous flux within  
10 four seconds after the start of discharge, but it is difficult to satisfy this requirement for the luminous flux, especially the requirement at four seconds, due to shortage of emission from mercury.

[0008] The present invention aims to provide a practical mercury-free arc tube by means of mainly improving the above mentioned chromaticity and start-up  
15 characteristics of a metal halide lamp for vehicle use which does not contain mercury.

[0009]

[MEANS FOR SOLVING THE PROBLEMS] In order to achieve the above object, a first invention of the present invention provides a metal halide lamp that comprises a pair of opposite electrodes which project into a discharge space inside an arc tube, the  
20 discharge space including no mercury, the metal halide lamp generating an approximately cylindrical-shaped arc between ends of the pair of electrodes, characterized in that the discharge space contains a buffer gas serving as a starter gas which includes xenon at pressure of 7 to 20 atms at room temperature, a sodium halide



and a scandium halide or a halide compound of the sodium halide and the scandium halide, and a low melting point metal halide with a melting point equal to or less than 400°C. Thus, it is possible to realize equal emission characteristics to a conventional metal halide lamp, without using any mercury which is an environmental pollutant.

5 [0010] A second invention provides a metal halide lamp characterized in that an internal diameter of the arc tube between the ends of the electrodes is larger than a diameter of the arc within a range from 0.6 mm to 1.7 mm, and a protrusion length of the electrodes into the discharge space is between 1.0 mm and 1.7 mm. Thus, it is possible to improve start-up characteristics of the arc tube because vaporization of the low melting  
10 point metal halide is promoted.

[0011] A third invention provides a metal halide lamp characterized in that a tube axis of the arc tube is disposed in an approximately horizontal manner, a coldest part of the arc tube is positioned in the middle of a lower portion of the arc tube, and a temperature of the coldest part is equal to or more than 400°C in four seconds after a start of  
15 discharge. Thus, it is possible to generate 80% of rated luminous flux in four seconds after the start of discharge.

[0012] A fourth invention provides a metal halide lamp characterized in that the ionizing potential of metals composing the low melting point metal halide is from 5.5eV to 6.5eV. Thus, it is possible to realize fine white light emission because emission  
20 from the metals composing the low melting point metal halide is controlled at a period of stable operation of the arc tube.

[0013] A fifth invention provides a metal halide lamp characterized in that the low melting point metal halide includes at least an indium halide. Thus, it is possible to

shorten start-up time of luminous flux of an arc tube, and also to realize fine white light emission because generation of light having a wavelength in a blue-light band is augmented at a period of stable operation of the arc tube.

[0014] A sixth invention provides a metal halide lamp characterized in that the low  
5 melting point metal halide includes at least a gallium halide. Thus, it is possible to shorten start-up time of luminous flux of an arc tube, and also to realize fine white light emission because generation of light having a wavelength in a blue-light band is augmented at a period of stable operation of the arc tube.

[0015] A seventh invention provides a metal halide lamp characterized in that the low  
10 melting point metal halide is a tin halide. Thus, it is possible to shorten start-up time of luminous flux, and also to obtain fine white light emission at a start-up period.

[0016] An eighth invention provides a metal halide lamp characterized in that the low  
melting point metal halide includes at least one of an indium halide and a gallium halide,  
and a tin halide. Thus, it is possible to shorten start-up time of luminous flux, and also  
15 to obtain fine white light emission at both start-up and stable periods.

[0017] A ninth invention provides a metal halide lamp characterized in that a mole  
content ratio of the sodium halide to the scandium halide is from 1.0 to 15, and a mole  
content ratio of the low melting point metal halide to the scandium halide is within a  
range from 0.1 to 10. Thus, it is possible to obtain fine white light emission because  
20 emission from sodium, scandium, and metals composing the low melting point metal  
halide is in balance.

[0018] A tenth invention provides a metal halide lamp characterized in that a mole  
content ratio of the sodium halide to the scandium halide is from 1.0 to 15, and a mole

content ratio of the low melting point metal halide to the scandium halide is within a range from 0.5 to 3.0. Thus, it is possible to obtain an improvement effect of luminous color by emission from metals composing the low melting point metal halide, while decrease in emission efficiency of visible light caused by addition of the low melting point metal halide is restricted to a minimum.

[0019] An eleventh invention provides a metal halide lamp characterized in that a halogen composing the metal halide is iodine. Thus, it is possible to realize an arc tube with long life and fine luminous flux maintenance because corrosion of electrodes by the halogen is restricted to a minimum.

[0020] A twelfth invention provides a metal halide lamp characterized in that the arc tube is driven by alternating or direct current power equal to or less than 50W. Thus, it is possible to provide the metal halide lamp having a suitable amount of light for a headlamp of an automobile and the like.

[0021] A thirteenth invention provides a vehicle headlamp characterized by being equipped with a metal halide lamp which comprises an arc tube driven by the alternating or direct current power equal to or less than 50W. Thus, it is possible to provide the headlamp having fine emission characteristics for an automobile without using mercury.

[0022]

[EMBODIMENT OF THE INVENTION] Fig. 1 shows one of embodiments of a metal halide lamp 10 according to the present invention. An arc tube 1 formed of a quartz glass tube contains a discharge space 2 inside and has a pair of electrodes 3 which are made of a high melting point metal such as tungsten and are so embedded in the arc

tube as to project one of their ends into the discharge space 2. Foil 4 made of molybdenum and the like is connected by welding and the like to the other ends of the electrodes 3 which are on opposite sides of the discharge space 2, and lead wires 5 made of molybdenum and the like are connected by welding and the like to ends of the foil 4 which are on opposite sides of the discharge space 2. Surroundings of the foil 4 are sealed in an air-tight manner and electrical conduction to the electrodes 3 can take place, because certain portions of the electrodes 3 excluding protrusive portions into the discharge space 2 and certain portions of the lead wires 5 are embedded in the quartz glass tube using a method like pinch sealing.

[0023] The lead wires 5 are connected to a not-illustrated base and driving source, and are supplied with electrical power. The pair of electrodes 3 have the same dimensions and are made of the same material each other, and the driving source supplies alternating current to the arc tube. The discharge space 2 contains a buffer gas serving as a starter gas which includes a xenon gas at pressure of 7 to 15 atms at room temperature.

[0024] When discharge commences, a high-temperature arc is formed due to the xenon gas, and an amount of light exceeding 25% of rated luminous flux is emitted by the xenon gas. In a case of the 35W arc tube for an automobile, the rated luminous flux required as a standard is 3200 lumens (lm), so that 25% of it is 800 lumens (lm).

[0025] Since the luminous flux emitted directly after the start of discharge depends on the pressure of the xenon gas enclosed in the arc tube, 25% of the rated luminous flux cannot be reached when the pressure sealed is less than 7 atms at room temperature.

When the pressure of the sealed xenon gas at room temperature is larger than 20 atms,

the pressure during operation of the arc tube exceeds 120 atms, and it is difficult to secure enough degree of safety against an upper pressure limit which is approximately 240 atms.

[0026] The metal halide lamp 10 of the invention includes metal halides of a sodium

5 halide and a scandium halide or compounds thereof, and a low melting point metal halide with a melting point of 400°C or less. A combination of the sodium and scandium halides is preferred to emit white light in a highly efficient manner, as these materials emit light over almost the entire spectrum of visible light wavelengths.

[0027] The low melting point metal halide compensates for insufficiencies in the light

10 flux during a period from starting of discharge until the sodium and scandium effectively generate luminous flux by evaporating and thermally decomposing within high-temperature arc plasma and exciting metals to emit light. The light emitted by the metals rapidly gets stronger from a point of time when temperature of a coldest part of the arc tube has risen and reaches approximate melting points of the metal halides.

15 The high-pressure discharge lamp of the invention includes the low melting point metal halide with a melting point of 400°C or less, so that the emission of light by the metals enclosed as the low melting point metal halide becomes stronger, at latest, at a stage where the temperature of the coldest part of the arc tube 1 reaches 400°C or less.

[0028] The present inventors coincidentally discovered that the addition of the low

20 melting point metal halide in the arc tube 1 dramatically promotes an increase in a wall temperature of the arc tube 1. The reason for this is thought to be that the metal halide thermally decomposes within the high temperature arc and dissipate surplus energy as heat during recombination in the vicinity of the relatively low-temperature tube wall,

and that increase in density of metallic atoms within the arc brings increase in elastic collision loss of electrons, and increase in potential drop of the arc results in increase in input power to the arc tube under a constant current.

[0029] In the metal halide lamp 10 of the present invention, an internal diameter of the arc tube 1 at a region between the opposite ends of the electrodes 3 is longer than an arc diameter within a range from 0.6 mm to 1.7 mm, and length by which the electrodes 3 project into the discharge space 2 is within a range from 1.0 mm to 1.7 mm.

[0030] With a metal halide lamp arc tube for vehicle use, the arc diameter indicates a range down to 20% of maximum luminance, and the arc diameter is defined to be 1.1 mm. In a case where the arc diameter is 1.1 mm, if the internal diameter of the arc tube at the region between the ends of the electrodes 3 is smaller than 1.7 mm, a heat dissipation region to drop the temperature from approximate 2500°C at a high temperature region, which is a periphery of the arc, to approximate 1000°C, which is a limit of heat resistance of the quartz glass tube wall, can no longer be guaranteed.

Therefore, since the arc is cooled by the tube wall, extent of electrical ionization is reduced and the arc becomes unstable and tends to unintentionally disappear. The quartz glass tube wall is therefore subjected to overheating, so that a chemical reaction between the metal halide and the quartz glass tube wall is activated, and evaporation of silica causes devitrification or melting of the arc tube itself.

[0031] When the internal diameter of the arc tube 1 is larger than 2.8 mm, because the arc is largely deformed upward due to the counteractive effects of gravity operating on the arc, and the temperature of the coldest part at a lower portion of the arc tube 1 falls, a rapid rise in evaporation pressure is no longer desired even if the low melting point

metal halide are employed.

[0032] The arc diameter can be controlled using the pressure of the xenon gas, halogen partial pressure, input power of the arc tube 1 and the like, and a similar effect can be obtained even when the appropriate diameter for the arc is other than the above, by  
5 making the internal diameter of the arc tube larger than the diameter of the arc within the range from 0.6 mm to 1.7 mm at the region between the ends of the opposite electrodes 3.

[0033] When the electrodes 3 project into the discharge space 2 by a distance of less than 1.0 mm, the proportion of electrons lost, which are emitted from the electrodes 3  
10 and dispersed in a direction of the tube wall, becomes large, and discharge becomes unstable. When the electrodes 3 project more than 1.7 mm, the temperature in the vicinity of the embedded portions of the electrodes 3 in the quartz glass tube wall falls, so that the metal halide is therefore deposited on these portions, and rapid evaporation of the metal halide does not occur.

15 [0034] In the metal halide lamp 10 of the present invention, the temperature of the coldest part of the arc tube is made to be 400°C or more within four seconds from a start of discharge, and a luminous flux exceeding 80% of the rated luminous flux can be successfully emitted by optimizing the combination of the xenon gas and metal halides and optimizing both the internal diameter of the arc tube 1 and the length of the  
20 electrodes 3 projecting into the discharge space 2.

[0035] By selecting metal composing the low melting point metal halide with its ionizing potential being in a range of 5.5eV to 6.5eV, emission from metal composing the low melting point metal halide can be properly attenuated, in order not to hinder

highly efficient emission of light since emission from the sodium and scandium start due to the increase in temperature of the arc tube. This is because a phenomenon is utilized in which, when plural gas atoms or molecules with different ionizing potential are present, the atoms or molecules with the small ionizing potential are actively ionized and recombined, or excited and recombined, and thermal energy of the arc plasma is converted to and emitted as light, whereas it is relatively difficult to make atoms or molecules with the high ionizing potential emit light.

[0036] It is preferable that the ionizing potential of the metal composing the low melting point metal halide is between that of sodium (5.14eV) and scandium (6.54eV) in order to emit a certain amount of light when the arc tube 1 is operating in a stable manner, and more preferably the ionizing potential from 5.5eV to 6.5eV is appropriate. Both of indium (5.79eV) and gallium (6.00eV) satisfy this condition.

[0037] Chlorine, bromine, and iodine can be selected for use as a halogen which makes up the metal halide, but iodine, which causes the least corrosion to metal materials such as tungsten of which the electrodes are formed, is the most appropriate. Indium or gallium is particularly preferred as a metal for the low melting point metal halide. Indium emits light at wavelengths of 410nm and 451nm, and gallium emits light at wavelengths of 403nm and 417nm, so that it is possible to make emission in the blue waveband stronger to improve emission characteristics.

[0038] These iodides have a melting point of 359°C for indium iodide, and 214°C for gallium iodide, and evaporate in the start-up period, so that these iodides are preferred to increase the initial luminous flux. However, there is a tendency for scandium emission, where the ionizing potential is relatively high, to be hindered when a large



amount of indium iodide or gallium iodide is added, thus the amount of addition is restricted.

[0039] A tin iodide has a melting point of 320°C and a continuous spectrum that is emitted over the entire visible range, so that a superior emission of white light can be  
5 obtained in the start-up period of the arc tube 1. However, the tin iodide also emits a molecular emission spectrum that extends into an infra-red band, so that an amount of addition is restricted because if a large quantity of tin iodide is added, an emission efficiency of visible light decreases.

[0040] With regard to a composition of the metal halides in the metal halide lamp of the  
10 invention, a mole ratio of sodium halide to scandium halide can be from 1.0 to 15, and a mole ratio of low melting point metal halide to scandium halide can be from 0.1 to 10, or more preferably, the mole ratio of low melting point metal halide to scandium halide is within a range from 0.5 to 3.0.

[0041] It is well known that when, for example, iodine is used as the halogen, the  
15 sodium iodide and the scandium iodide form a halide compound ( $\text{NaScI}_4$ ) and vapor pressure is remarkably increased. As a result, almost all vapor containing sodium and scandium, which is created during the operation of the arc tube 1, generates the above-mentioned halide compound. A minor amount of scandium halide content is therefore very important, but a certain range of sodium halide content is permissible.

20 [0042] When the mole ratio of sodium halide to scandium halide is less than 1, a partial pressure of sodium within the arc falls and emission color takes on a blue hue.

Conversely, when the mole ratio is larger than 15, a large amount of sodium halide remains unvaporized on the tube wall during operation of the arc tube 1, and shielding

and scattering of light cause unevenness in light distribution of the light source and a decrease in emission efficiency.

[0043] When the mole ratio of low melting point metal halide to scandium halide is less than 0.5, the start-up characteristics and the emission color are not sufficiently improved.

5 When this mole ratio is larger than 3.0, light emitted by the metal composing low melting point metal halide becomes predominant, so that emission color deviates from the desired color range and the emission efficiency of visible light noticeably drops.

[0044] When the metal halide lamp 10 of the invention is employed as a light source in a vehicle headlamp, it is preferable to be driven by an alternating or direct current  
10 power of 50W or less. The present invention has an advantage in that the metal halide lamp 10 seldom causes a light color separation problem, in which different colors are emitted in the vicinity of an anode and a cathode when the arc tube 1 is driven by direct current, because there is no mercury in the lamp.

[0045] The metal halide lamp of the present invention also has several additional  
15 advantages besides the above.

[0046] First, when the indium iodide ( $\text{InI}$ ) or the tin iodide ( $\text{SnI}_2$ ) is used as the low melting point metal halide, a free halogen capturing effect occurs. The scandium halide emits a large number of line spectra in the visible wavelength and is therefore superior as a material for emitting visible light, but also reacts with the quartz glass of  
20 the arc tube 1 to produce scandium silicate and free halogen. When the arc tube 1 contains mercury, the free halogen reacts with the mercury to produce a mercury halide, but in the mercury-free arc tube the halogen remains as is. Electrons easily attach to the halogen, and when there is an excessive amount of halogen, this causes the start-up

voltage of the lamp to rise, and making the discharge unstable. The free iodine can be removed by the indium iodide ( $\text{InI}$ ) and the tin iodide ( $\text{SnI}_2$ ) reacting with the free iodine so as to form molecules of  $\text{InI}_{2-3}$  and  $\text{SnI}_{3-4}$  with large oxidation numbers. Thus, the aforementioned start-up and stability problems can be resolved.

5 [0047] Second, another advantage of the invention is improvement in durability of sealed portions of the arc tube. As shown in FIG. 1, in the rod-shaped electrodes 3 made of tungsten and the like, their certain portions on sides connected to the metal foils 4 are embedded in the quartz glass, but the metal like tungsten does not completely fit the quartz glass due to difference in their thermal expansion, and a slight gap  
10 therefore occurs. Since the gap is at a lower temperature than the discharge space 2 within the arc tube 1, luminescent materials permeate into and then solidify. In the case of prior art mercury metal halide lamp, mercury permeates into this gap when the arc tube 1 is extinguished, and the mercury then vaporizes due to a rapid rise in temperature when the arc tube 1 is turned on, so that extremely large pressure is created  
15 in the gap. When the arc tube 1 is repeatedly turned on and off, cracks can occur in the quartz glass portion because of the extremely large pressure repeatedly occurring in the gap as described above, and leaks, which cause the metal halide lamp to no longer illuminate, may occur in the arc tube.

[0048] In the case of the arc tube 1 which contains the sodium iodide and the scandium  
20 iodide and no mercury, an iodide compound of the sodium and the scandium, which have the relatively low melting point, permeates into the gap. Because the vapor pressure of this halide compound is much smaller than that of mercury, and the halide compound therefore remains in the gap either in solid or liquid form when the arc tube 1

is illuminated, the dramatically large pressure is not generated, and the occurrence of cracks in the quartz glass portion is therefore prevented and the durability of the sealed portions of the arc tube is improved.

[0049] However, as described above, an amount of the iodide compound greatly  
5 influences the emission characteristics of this type of arc tube 1, and it is not preferable that the halide compound permeates into the gap.

[0050] In the present invention, since the low melting point metal halide is added in addition to the sodium and scandium halides, the low melting point metal halide enters into the gap first and suppresses entry of the halide compound into the gap. The  
10 indium iodide and the tin iodide have higher vapor pressure than the halide compound of sodium and scandium, but do not generate the extremely large pressure like mercury. Thus, the metal halide lamp of the present invention improves the durability of the sealed portions.

[0051] Third, luminous flux maintenance of the arc tube is also improved. In the arc  
15 tube 1 containing the sodium and scandium halides, a relatively large drop in the luminous flux occurs at approximately 100 hours from a start of illumination. The principle causes of this are as follows: a reduction in an amount of scandium contributing to emission of light due to the scandium halide and the quartz glass reacting to produce scandium silicate; a suppression of the emission of light at the edges  
20 of the arc due to free electrons attached to simultaneously created free halogens; and a reduction in the halide compound contributing to the emission of light due to the halide compound entering into the gaps in the electrodes embedded portions, but according to the present invention, the luminous flux maintenance is remarkably improved because

generation of the free halogens and entry of the halogen compound into the gaps in the electrodes embedded portions are suppressed.

[0052] Fourth, addition of the low melting point metal halide raises the arc tube voltage in the metal halide lamp according to the present invention. As described above, the

5 reason for this is considered to be that elastic collision loss of the electrons is increased due to an increase in the atomic density of metal within the arc and thus the voltage drop of arc is increased. It is possible to make the arc tube current smaller because of rise in the arc tube voltage, and deterioration of the electrodes is suppressed, so that the luminous flux maintenance is remarkably improved. Also loss of driving power  
10 caused by the generation of heat is suppressed, so that the present invention is effective in miniaturization and cost reduction of the power supply.

[0053]

[EMBODIMENT] An arc tube which has an identical shape to the arc tube shown in FIG. 1 is manufactured with xenon gas at pressure of 10 atms at room temperature,

15 sodium iodide, scandium iodide, and indium iodide enclosed inside. A mole ratio of sodium iodide to scandium iodide is 8.5, and a mole ratio of indium iodide to scandium iodide is 2.0, and a total of 0.5mg of metal halides are contained in the arc tube which has a content volume of 23 $\mu$ l. An internal diameter of the arc tube in a region between a pair of opposite electrodes is a minimum of 2.1 mm and a maximum of 2.3 mm, and is  
20 larger than an arc diameter of 1.1 mm in a range from 1.0 to 1.2 mm. The ends of the electrodes project into a discharge space by a distance of 1.6 mm, and the distance between the ends of the electrodes is 3.8 mm.

[0054] FIG. 3 shows spectral distribution of light emitted by the arc tube according to

this embodiment. A continuous spectrum of indium appears on a short wavelength side, and a continuous spectrum of sodium and a multi-line spectrum of scandium are combined on a long wavelength side, so that the ideal spectral distribution of light can be obtained for a white light source. When an input power to the arc tube is 35W, total  
5 luminous flux is 2950 lumens, emission efficiency of visible light is approximately 84 lumens/watt, the average color rendering evaluation number Ra is 74, CIE chromaticity coordinates are  $x=0.352$  and  $y=0.338$ , and correlated color temperature is 4650K.

[0055] FIG. 4 shows luminous flux start-up characteristics during a start-up period of the arc tube. Of two characteristic curves shown in FIG. 4, a curve "A" shows the  
10 luminous flux start-up characteristic for the arc tube of the embodiment according to the present invention, and a curve "B" shows the luminous flux start-up characteristic for the arc tube configured identically with the arc tube of the above embodiment, with exception that the low melting point metal halide is not contained. It can be seen from FIG. 4 that addition of the low melting point metal halide increases the luminous flux in  
15 the period from three to fifteen seconds after start-up, and can provide the sufficient luminous flux start-up characteristic for practical use.

[0056] Arc tube voltage of the arc tube "A" during stable operation is 44.1V and current is 0.79A, while the voltage of the arc tube "B" is 27.3V and the current is 1.28A, and start-up of the luminous flux is promoted during the start-up period in both cases by  
20 applying maximum current of 2.6A.

[0057] FIG. 5 is a graph in which start-up temperature of the coldest part at the lower part of the arc tube is measured with using the same samples as FIG. 4. The rise in temperature of the tube wall of the arc tube "A" containing the low melting point metal

halide is conspicuously quicker than that of the arc tube "B" without containing any low melting point metal halide. In comparison with FIG. 4, it can be seen that the arc tube "A", which contains the low melting point metal halide with a melting point of 400°C or less, emits the sufficient luminous flux at and after four seconds when the tube wall temperature exceeds 400°C, although the arc tube "B" starts emitting the sufficient flux after approximately fourteen seconds when the tube wall temperature becomes 600°C or more at which the sodium and scandium iodide compounds melt. The addition of a low melting point metal halide has two functions, that is, to generate the luminous flux at the relatively low tube wall temperature and to promote increase in temperature of the tube wall, and these functions act together to realize a rapid start-up of the luminous flux.

[0058] FIG. 6 is a graph showing a relationship between the projection length of the electrodes and the luminous flux at four seconds from a start of discharge for an arc tube having the same configuration as that of the above embodiment, with the exception that the distance of the ends of the electrodes projecting into the discharge space differs. The start up luminous flux can be improved when the projection distance of the electrodes into the discharge space is 1.7 mm or less.

[0059] The above embodiment described in detail incorporates an indium halide in the arc tube, but similar results can be obtained by adding a gallium halide or a tin halide.

[0060] It is also possible to drive the metal halide lamp of the present invention by direct current with modifying design of the electrodes.

[0061] FIG. 7 is a longitudinal sectional side view of a headlamp 11 in a case where the metal halide lamp 10 of the present invention is employed as a light source for the

headlamp 11 of a vehicle such as an automobile. In the headlamp 11, light from the metal halide lamp 10 located on a horizontal axis Z is reflected by a reflector 12 and then illuminates an area ahead of the automobile through a front outer lens 13. An inner lens 14 in an approximately vertical position refracts light from the reflector 12  
5 downwards and diffuses it rightwards and leftwards, and when the inner lens 14 is in the approximately vertical position the headlamp 11 is in a low beam mode illuminating a near area ahead of the automobile, and when the inner lens 14 rotates upwards to an approximately horizontal position the headlamp 11 is in a high beam mode illuminating a far area ahead.

10 [0062]

[EFFECT OF THE INVENTION] A metal halide lamp according to the present invention can realize equal emission characteristics to a conventional metal halide lamp without employing any mercury which is an environmental pollutant. The present invention can especially solve problems which occur in association with disuse of  
15 mercury, such as insufficiency of luminous flux at start-up periods and a problem in color of emitted light.

[0063] Addition of a low melting point metal halide to the metal halide lamp of the present invention brings about various advantages such as the remarkable improvement of start-up, discharge stability, luminous flux maintenance characteristics, durability of  
20 sealed portions of an arc tube, and electrical characteristics of the arc tube.

[BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS]

[FIG.1] FIG. 1 is a longitudinal sectional side view showing an embodiment of a metal halide lamp according to the present invention.



[FIG.2] FIG. 2 is a graph showing spectral distribution of light emitted from a mercury-free arc tube and from an arc tube with mercury.

[FIG.3] FIG. 3 is a graph showing spectral distribution of light emitted from an arc tube which is the embodiment of the metal halide lamp according to the present invention.

5 [FIG.4] FIG. 4 is a graph showing luminous flux start-up characteristics at a start-up period of the arc tube which is the embodiment of the metal halide lamp according to the present invention.

[FIG.5] FIG. 5 is a graph showing temperature start-up characteristics of a coldest part at a lower part of the arc tube which is the embodiment of the metal halide lamp

10 according to the present invention.

[FIG.6] FIG. 6 is a graph showing relationship between projection length of electrodes and the luminous flux at four seconds after a start of discharge, in the arc tube which is the embodiment of the metal halide lamp according to the present invention.

[FIG.7] FIG. 7 is a longitudinal sectional side view of a vehicle headlamp equipped

15 with the metal halide lamp according to the present invention.

[DESCRIPTION OF REFERENCE NUMERALS]

1.....arc tube

2.....discharge space

4.....foil

20 5.....lead wire

10...metal halide lamp

11...vehicle headlamp

[DOCUMENT NAME] WRITTEN ABSTRACT

[ABSTRACT]

[OBJECT] In a conventional high pressure discharge lamp such as a metal halide lamp, mercury is used for purposes of promoting vaporization of luminescent materials by increasing temperature of an arc tube as a buffer gas and of controlling arc tube voltage, in addition to a purpose of emitting light from itself. However, since mercury is an environmental pollutant, a manufacturer skilled in the art is desired to develop an arc tube without using any mercury.

[SOLVING MEANS] The present invention mainly aims to provide a practical arc tube without containing mercury and a vehicle headlamp having a metal halide lamp with this arc tube, by means of improving the above mentioned chromaticity and start-up characteristics, and the present invention promotes vaporization of a low melting point metal halide in order to improve the start-up characteristics of the arc tube.

[SELECTED DRAWING] Fig. 1

[DOCUMENT NAME] Drawings

Fig. 1

5 Fig. 2

Relative Emission Strength

Wavelength

Fig. 3

10 Relative Emission Strength

Wavelength

Fig. 4

Luminous Flux

15 Elapsed Time After Start-up

Fig. 5

Tube Wall Temperature

Elapsed Time After Start-up

20

Fig. 6

Luminous Flux After Four Seconds

Protrusion Length of Electrode